

# ROYAUME DU MAROC

## Ecole Hassania des Travaux Publics



Concours d'Accès en 1ère Année

Réservé aux Titulaires du DEUG

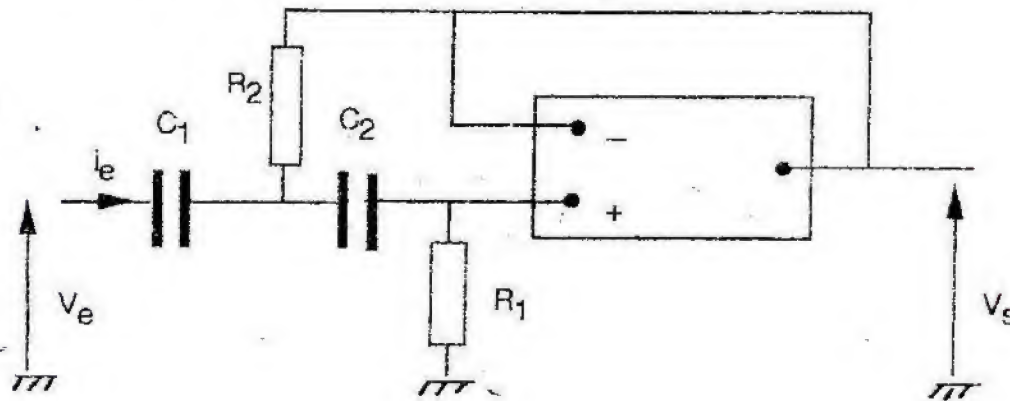
- Epreuve de Physique
- Durée : 3h

Jeudi 22 Juillet 2010

## L'épreuve comporte trois parties indépendantes

### emière partie : Etude d'un filtre.

On considère le montage suivant où tous les composants sont supposés idéaux, l'A.O. fonctionnant en régime linéaire :



- 1) Déterminer la fonction de transfert  $\frac{V_s}{V_e} = H(j\omega)$
- 2) Dans toute la suite du problème, on prend  $C_1 = C_2 = C$ . Mettre  $H$  sous la forme :

$$H = \frac{x^2}{1 + x^2 + \frac{x}{Q}} \quad \text{en posant } x = \frac{j\omega}{\omega_0}$$

On exprimera  $\omega_0$  et  $Q$  en fonction des paramètres  $R_1$ ,  $R_2$  et  $C$ .

- 3) Quel est le type de ce filtre ?
- 4) Quelle valeur faut-il donner à  $Q$  pour que  $\omega_0$  soit la fréquence de coupure à  $-3\text{dB}$  du filtre ?
- 5) Calculer la valeur de  $R_1$  et  $R_2$  pour obtenir un filtre de fréquence  $f_0 = 1000 \text{ Hz}$ , de facteur  $Q = \frac{\sqrt{2}}{2}$ , avec  $C = 0,1 \mu\text{F}$ .
- 6) Représenter les diagrammes de Bode d'amplitude et de phase du filtre. On précisera les valeurs du gain et de la phase pour  $\omega = \omega_0$ .
- 7) Déterminer l'impédance d'entrée du montage, définie par  $Z_e = \frac{V_e}{I_e}$ . On exprimera  $Z_e$  en fonction de  $R_1$ ,  $Q$  et  $x$  et on donnera sa valeur particulière pour  $\omega = \omega_0$  et  $Q = \frac{\sqrt{2}}{2}$ .  
Comment modifier le montage pour le rendre "idéal" ?
- 8) On place derrière ce filtre un deuxième filtre identique au premier. Comment est modifiée la fonction de transfert ? Quel est l'intérêt de ce deuxième montage ?



## DEUXIEME PARTIE : Electromagnétisme

### 1- Electrostatique :

1-1. Rappeler les équations locales vérifiées par le champ électrostatique  $\vec{E}(M)$ , en présence des charges.

1-2.

1-2-1. A partir de l'équation de Maxwell-Gauss, retrouver la forme intégrale du théorème de Gauss.

1-2-2. Application : On considère un fil de longueur infinie portant une densité de charge linéique  $\lambda$  unitaire.

a- Montrer que le champ  $\vec{E}(M)$  est radial.

b- Calculer  $E(r)$  en fonction de  $r$  ( $r$  étant la distance entre  $M$  et le fil)

1-3.

1-3-1. Rappeler les propriétés d'un conducteur en équilibre électrostatique.

1-3-2. Application : On considère une sphère métallique de rayon  $a$  portée au potentiel  $V_0$ .

a- Calculer la charge  $Q$  portée par la sphère, cette charge est-elle surfacique ou volumique ?

b- En déduire la capacité de la sphère.

c- Calculer le champ électrostatique  $\vec{E}(r)$ , crée par la sphère, en un point de l'espace.

d- En déduire le champ électrostatique au voisinage de la sphère.

e- Retrouver le théorème de Coulomb.

f- Calculer l'énergie électrostatique de la sphère.

### 2- Régime variable :

2-1. Rappeler les quatre équations de Maxwell qui régissent le champ électromagnétique  $(\vec{E}(M, t); \vec{B}(M, t))$  en présence des charges et de courants

2-2. A partir des équations de Maxwell, établir:

2-2-1. L'équation de conservation de la charge électrique.

2-2-2. L'équation de conservation de l'énergie électromagnétique.

2-3. Déterminer les équations aux dérivées partielles vérifiées par le champ électromagnétique dans le vide

2-4. Définir le potentiel électromagnétique  $(\vec{A}, V)$  associé au champ  $(\vec{E}(M, t); \vec{B}(M, t))$

2-5. Le potentiel électromagnétique  $(\vec{A}, V)$  est-il unique ? Quel en est l'intérêt ?

2-6. En rappelant la jauge de Lorentz établir les deux équations aux dérivées partielles vérifiées par  $V$  et  $\vec{A}$

2-7. Donner la solution dite solution des potentiels retardés.

### TROISIEME PARTIE : Mécanique

- 1- Une masse ponctuelle  $m$  est placée à l'extrémité A d'une tige de masse négligeable, de longueur  $l = OA$ , articulée en un point fixe O et mobile dans un plan vertical ; un ressort spiral exerce sur cette tige un couple de rappel  $-C\theta$ , ou  $\theta$  désigne l'angle que fait la tige avec la verticale ascendante Oz (figure 1). On désigne par  $g$  l'intensité du champ de pesanteur. On néglige toute sorte de frottements

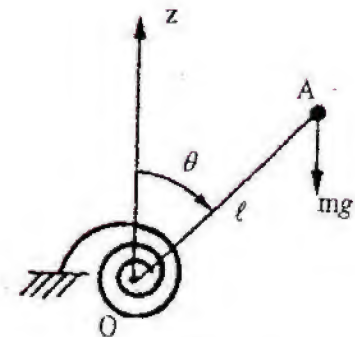


figure 1

- 1-1. Déterminer l'expression de l'énergie mécanique E du système, montrer que E est une constante du mouvement
- 1-2. En déduire l'équation différentielle du mouvement.
- 1-3. En appliquant le théorème du moment cinétique, retrouver l'équation du mouvement.
- 1-4. A quelle condition la position  $\theta = 0$  est une position d'équilibre stable ?
- 1-5. Cette condition étant réalisée, calculer la période T des petites oscillations autour de  $\theta = 0$ , on écrira T sous forme :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{A-g}} \quad \text{Donner l'expression de A.}$$

- 1-6. Calculer la variation relative de  $\Delta T/T$  si  $g$  varie de  $\Delta g$ .

- 1-7. Donner l'expression de la période  $T_0$  d'un pendule simple de même longueur l. En déduire la variation relative de  $T_0$  si  $g$  varie de  $\Delta g$ .

#### 2- Système masse – ressort

Un ressort à spires jointives de raideur  $k$ , de masse négligeable et de longueur à vide  $l_0$  est suspendu verticalement par son extrémité A (figure 2). On donne  $g$  l'intensité du champ de pesanteur.

A l'autre extrémité on accroche une masse ponctuelle  $m$ . Le ressort s'allonge de  $h$ .

- 2-1. Exprimer  $h$  en fonction de  $g$ ,  $m$  et  $k$ .
- 2-2. Application numérique :  $k = 33 \text{ N.m}^{-1}$  et  $m = 0,200 \text{ kg}$ .  
On mesure  $h = 59,5 \pm 0,1 \text{ mm}$ , calculer  $g$  et  $\Delta g$  sachant que  $m$  et  $k$  sont connues aux millièmes près.

- 2-3. A partir de sa position d'équilibre O prise comme origine, on écarte la masse  $m$  d'une quantité  $a$  et on l'abandonne sans vitesse initiale à  $t = 0$ .
- 2-3-1. En appliquant le principe fondamental de la dynamique, établir l'équation du mouvement de  $m$ , on notera  $\omega_0$  la pulsation des oscillations.

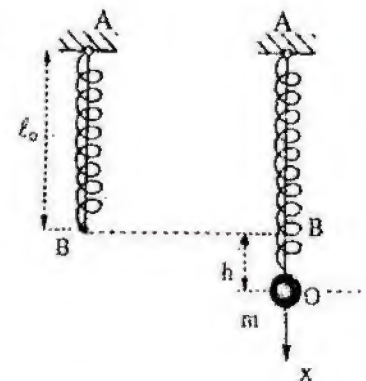


Figure 2

- 2-3-2. Exprimer  $g$  en fonction de  $h$  et  $\omega_0^2$ .
- 2-3-3. Application numérique : pour  $m = 0,200 \text{ kg}$ , on compte 113 oscillations par minute ; calculer  $g$ .
- 2-3-4. Représenter le portrait de phase de l'oscillateur  $\dot{x} = f(x)$ .
- 2-3-5. Donner l'allure du portrait de phase si l'oscillateur est soumis aux frottements fluides modélisés par  $f = -hv$  ( $v = \dot{x}$  étant la vitesse de  $m$ )